

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

15. 7. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類  
に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.



出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 6 月 3 0 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 8 7 4 7 9  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 1 8 7 4 7 9 ]

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社東京精密

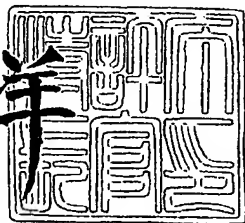
BEST AVAILABLE COPY

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 1 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願

【整理番号】 1033949

【提出日】 平成15年 6月30日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G06T 7/00  
G01N 21/956  
H01L 21/00

【発明の名称】 パターン比較検査方法およびパターン比較検査装置

【請求項の数】 12

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 1 9 6 8 - 2 株式会社アクレー  
テク・マイクロテクノロジー内

【氏名】 石川 明夫

【特許出願人】  
【識別番号】 000151494  
【氏名又は名称】 株式会社東京精密

【代理人】  
【識別番号】 100099759  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 青木 篤  
【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】  
【識別番号】 100092624  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】  
【識別番号】 100102819  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 島田 哲郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100114177

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 龍

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 209382

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0008990

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン比較検査方法およびパターン比較検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 繰り返しパターンが所定の繰り返しピッチで反復形成された繰り返しパターン領域を有する被検査パターンの画像を撮像し、前記繰り返しパターン領域内に設定された検査領域内において、前記繰り返しピッチの第 1 の整数倍離れた位置どうしの画像信号を比較して、前記被検査パターンの欠陥を検出するパターン比較検査方法であって、

前記検査領域内に含めるべきか否かを判定する被判定位置を、前記被検査パターン上のいずれかから選択する被判定位置選択ステップと、

前記被判定位置の画像信号と、前記被判定位置から前記繰り返しピッチの第 2 の整数倍離れた位置の画像信号とを比較する画像比較ステップと、

前記画像比較ステップの比較結果が所定のしきい値内にあるとき、前記被判定位置を前記検査領域内に含めて前記検査領域を設定する検査領域設定ステップとを備えることを特徴とするパターン比較検査方法。

【請求項 2】 前記画像比較ステップは、前記被判定位置の画像信号と、前記被判定位置よりも前記繰り返しパターン領域内側方向にある位置の画像信号とを比較することを特徴とする請求項 1 に記載のパターン比較検査方法。

【請求項 3】 前記被判定位置として、前記繰り返しパターン領域の境界よりも所定距離だけ内側の位置を選択し、

前記被判定位置を前記繰り返しパターン領域の外側方向に順次移動しながら、前記画像比較ステップを繰り返し実行することにより、前記検査領域を設定することを特徴とする請求項 1 に記載のパターン比較検査方法。

【請求項 4】 さらに、前記繰り返しパターン領域に対して所定距離だけ内側の仮領域を設定する仮領域設定ステップを備え、

前記画像比較ステップは、前記被判定位置の画像信号と、前記仮領域内の位置の画像信号とを比較することを特徴とする請求項 1 に記載のパターン比較検査方法。

【請求項 5】 前記被判定位置として、前記仮領域内の位置を選択し、

前記被判定位置を前記繰り返しパターン領域の外側方向に順次ずらしながら、前記画像比較ステップを繰り返し実行し、前記検査領域を設定することを特徴とする請求項 4 に記載のパターン比較検査方法。

【請求項 6】 前記被判定位置として、前記繰り返しパターン領域の境界よりも所定距離だけ外側の位置を選択し、

前記被判定位置を前記繰り返しパターン領域の内側方向に順次ずらしながら、前記画像比較ステップを繰り返し実行し、前記検査領域を設定することを特徴とする請求項 1 に記載のパターン比較検査方法。

【請求項 7】 セルである繰り返しパターンが所定の繰り返しピッチで反復形成された繰り返しパターン領域を有する被検査パターンの画像を撮像する撮像手段と、撮像した前記被検査パターンの画像を記憶する記憶手段と、記憶された前記画像に対して、前記繰り返しパターン領域内に設定された検査領域内において、前記繰り返しピッチの第 1 の整数倍離れた位置どうしの画像信号を比較するパターン比較手段と、該比較結果に基づき前記被検査パターンの欠陥を検出する欠陥検出手段とを備えるパターン比較検査装置であって、

前記検査領域内に含めるべきか否かを判定する被判定位置を、前記被検査パターン上のいずれかから選択する被判定位置選択手段と、

前記被判定位置の画像信号と、前記被判定位置から前記繰り返しピッチの第 2 の整数倍離れた位置の画像信号とを比較する画像比較手段と、

前記画像比較手段の比較結果が所定のしきい値内にあるとき、前記被判定位置を前記検査領域内に含めて前記検査領域を設定する検査領域設定手段とを備えることを特徴とするパターン比較検査装置。

【請求項 8】 前記画像比較手段は、前記被判定位置の画像信号と、前記被判定位置よりも前記繰り返しパターン領域内側方向にある位置の画像信号とを比較することを特徴とする請求項 7 に記載のパターン比較検査装置。

【請求項 9】 前記被判定位置として、前記繰り返しパターン領域の境界よりも所定距離だけ内側の位置を選択し、

前記被判定位置を前記繰り返しパターン領域の外側方向に順次移動しながら、前記画像比較手段による比較を繰り返し実行することにより、前記検査領域を設

定することを特徴とする請求項 7 に記載のパターン比較検査装置。

【請求項 10】 さらに、前記繰り返しパターン領域に対して所定距離だけ内側の仮領域を設定する仮領域設定手段を備え、

前記画像比較手段は、前記被判定位置の画像信号と、前記仮領域内の位置の画像信号とを比較することを特徴とする請求項 7 に記載のパターン比較検査装置。

【請求項 11】 前記被判定位置として、前記仮領域内の位置を選択し、前記被判定位置を前記繰り返しパターン領域の外側方向に順次ずらしながら、前記画像比較手段による比較を繰り返し実行し、前記検査領域を設定することを特徴とする請求項 10 に記載のパターン比較検査装置。

【請求項 12】 前記被判定位置として、前記繰り返しパターン領域の境界よりも所定距離だけ外側の位置を選択し、

前記被判定位置を前記繰り返しパターン領域の内側方向に順次ずらしながら、前記画像比較手段による比較を繰り返し実行し、前記検査領域を設定することを特徴とする請求項 7 に記載のパターン比較検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、所定の周期（ピッチ）で繰り返される繰り返しパターンを有するパターンにおいて、繰り返しパターンどうしを比較して欠陥の有無などを検査するパターン比較検査方法及び装置に関し、特にセルパターンが繰り返される半導体メモリなどの半導体ウエハ上に形成されたパターンやフォトマスクのパターンなどを、近傍のセルパターンどうしを順次比較して検査する外観検査方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

形成したパターンを撮像して画像データを生成し、画像データを解析してパターンの欠陥の有無などを検査することが広く行われている。特に、半導体製造の分野では、フォトマスクを検査するフォトマスク検査装置や半導体ウエハ上に形成したパターンを検査する外観検査装置が広く使用されている。本発明は、フォ

トマスクやウエハ上パターンなどの基本パターンが繰り返されるパターンであればどのようなパターンの検査にも適用可能であるが、以下の説明ではウエハ上に形成されたパターンを光学的に撮像して得た画像データを例として説明を行う。

#### 【0003】

図16は、半導体チップ201を半導体ウエハ200上に形成した様子を示す。一般に、このような半導体チップ201をダイと呼ぶので、ここでもこの語を使用する。半導体装置の製造工程では、ウエハ200上に何層ものパターンを形成するのですべての工程を終了するまでには長時間を要すると共に、1層でも重大な欠陥があるとそのダイは不良になり、歩留まりが低下する。そこで、途中の工程で形成したパターンを撮像して得た画像データを解析して、重大な欠陥を生じた層は除去して再度形成したり、不良情報を製造工程にフィードバックして歩留まりを向上することが行われている。このために使用されるのが外観検査装置（インスペクションマシン）である。

#### 【0004】

図17は、従来の外観検査装置の概略構成を示す図である。図17に示すように、ウエハ200はステージ211上に保持される。光源214からの照明光はコンデンサレンズ215により収束され、ハーフミラー213で反射された後、対物レンズ212を通過してウエハ200の表面を照明する。照明されたウエハ200の表面の光学像が対物レンズ212により撮像装置216に投影される（例えば、特許文献1）。

撮像装置216は、光学像を電気信号である画像信号に変換する。画像信号はデジタル化されて画像データに変換され、画像メモリ217に記憶される。画像処理部218は、画像メモリ217に記憶された画像データを処理して欠陥の有無などを調べる。制御部219は、ステージ211、画像メモリ217及び画像処理部218などの装置各部の制御を行う。

#### 【0005】

半導体装置のパターンは非常に微細であり、外観検査装置は非常な高分解能が要求される。そこで、撮像装置としては1次元イメージセンサが使用され、ステージ211を1方向に移動（走査）し、走査に同期して撮像装置の出力をサンパ

リングすることにより画像データを得ている。

撮像可能なウエハ上の幅Hがダイ201の幅より小さい場合には、例えば図16に示すように、各ダイの同じ部分を順次走査し、すべてのダイについて走査が終了した後、各ダイの別の部分を順次走査して各ダイのすべての部分の画像データを得ている。これにより走査を行って画像データを得ると同時に、前の走査で得た他のダイの対応部分の画像データとの比較を同時に行えるのでスループットが向上する。しかし、走査の方法はこれに限らず、各種提案されている。

#### 【0006】

図18は、隣接するダイ間で画像データを比較する動作を説明する図である。ダイA, B, C, Dが図3に示すように配列されているとする。画像データは画素210単位で表される。

図示するように、ダイBとCの間で比較を行う場合には、ダイBとCの対応する画素の画像データ（画素データ）を比較する。例えば、ダイBとCのa行の1列目の画素データどうしを比較する。

#### 【0007】

ダイ間の画素データの比較は、AとB、BとC、CとDという具合に端のダイから順に画素データを生成して記憶し、新しく生成したダイの画素データを直前に生成して記憶してあるダイの画素データと比較することにより行うのが一般的である。このように比較することにより、両端のダイ以外の中央部分のダイは隣接する2つのダイと2回比較され、比較結果が2回とも一致すれば正常（欠陥無し）と判定され、比較結果が2回とも一致しなければ異常（欠陥有り）と判定される。このようなダイ間での比較をダイーダイ比較と呼ぶ。

#### 【0008】

半導体メモリなどは、セルと呼ばれる基本単位を繰り返した構成を有し、そのためのパターンもセルに対応した基本パターンを繰り返した構成を有する。図19はセルを説明する図であり、図示するように、ダイ201内に、セル231が繰り返し配置されている。このようなセルが所定ピッチで配列されるパターンを検査する場合、上記のようなダイーダイ比較を行わずに、近傍のセル間で対応する部分の画素データを比較することにより欠陥の有無を判定することが行われる



。これをセルーセル比較と呼ぶ。

#### 【0009】

セルーセル比較においても、上述のダイーダイ比較のように端のセルから順に画素データを生成して記憶し、新しく生成したセルの画素データを直前に生成して記憶してある隣接セルの画素データと比較することにより行うのが一般的である。

#### 【0010】

##### 【特許文献1】

特開 2002-342757号公報

#### 【0011】

##### 【発明が解決しようとする課題】

セルーセル比較においては、対比する画像データ的一方に繰り返しパターン領域 232 外のパターンの画像データが含まれると、両者のパターンが一致せず疑似欠陥を検出することになるため、セルーセル比較で対比する画像データの双方に、繰り返しパターン領域 232 外のパターンを含まないように留意する必要がある。

従来の検査装置においては、ウエハ 200 を保持するステージ 211 等の機械精度等の理由により、繰り返しパターン領域 232 端に対してマージンのある検査領域（ケアエリア） 233 を設定していた。そして、この検査領域 233 内のパターンにおいてのみセルーセル比較を行い、検査領域 233 外の繰り返しパターンに対しては、ダイーダイ比較によって検査を行っていた。

#### 【0012】

しかし、繰り返しパターン領域 232 はパターン密度が高く形成され、繰り返しパターン領域 232 外の周辺回路パターンはパターン密度が低く形成されるために、繰り返しパターン領域 232 内のパターンは暗く、周辺回路パターンは明るく検出される。

したがって、検査領域 233 外の繰り返しパターンと、周辺回路パターンが混在するダイーダイ比較では、繰り返しパターン領域 232 の画像が、周辺回路パターンの画像に比べて相当暗く検出されることから、検査領域 233 外の繰り返

しパターンの欠陥検出感度が低下するという問題があった。

#### 【0013】

上記事情を鑑み、本発明は、繰り返しパターン領域を有する被検査パターン内の、繰り返しパターンどうしを比較してパターン欠陥の有無を検査するパターン比較検査方法および装置において、繰り返しパターンどうしの比較を行う検査領域を、繰り返しパターン領域内で可能な限り拡大することを目的とする。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の第1形態に係るパターン比較検査方法では、検査領域内に含めるべきか否かを判定する被判定位置を選択して、被判定位置の画像信号と、被判定位置から繰り返しピッチの整数倍離れた位置の画像信号とを比較し、この比較結果が所定のしきい値内にあるとき、被判定位置を検査領域内に含む検査領域を設定することとする。

#### 【0015】

以下、図1及び図2を参照して、本発明に係るパターン比較検査方法を説明する。図1は本発明に係るパターン比較検査方法の原理説明図であり、図2は本発明に係るパターン比較検査方法のフローチャートである。

図1に示すとおり、ダイ1には繰り返しパターン領域3内に、セルである繰り返しパターン2が所定の繰り返しピッチで反復形成されている。ステップS101において、1次元イメージセンサ等の撮像手段を走査して、ダイ1のABA'B'領域の画像データを取得する。

#### 【0016】

ステップS103において、検査領域内に含めるべきか否かを判定する被判定位置を、ABA'B'領域の画像データ内の何れかの位置から選択する。ここでは、被判定位置をダイ1端部からそれぞれ $x_1$ 、 $x_2$ 離れた位置に選択する。

ステップS105において、被判定位置の画像信号（画素ブロック）と、被判定位置から、内側に繰り返しパターンの繰り返しピッチの整数倍離れた位置の画像信号とを比較する。ここでは、ダイ1端部から $x_1$ の距離にある画素ブロック4と、画像ブロック4から繰り返しピッチ分だけ離れた画素ブロック4'とを、

およびダイ 1 端部から  $x_2$  の距離にある画素ブロック 5 と、画像ブロック 5 から繰り返しピッチ分だけ離れた画素ブロック 5' とをそれぞれ比較する。

ここで、画素ブロックどうしの比較は、例えば、画素ブロック中の対応する画素どうしのグレースケール値の差が、所定の画素値間比較用のしきい値よりも大きい画素数を比較結果とする。なお、被判定位置と、前記の繰り返しピッチの整数倍だけ離れた位置との間隔を定める前記整数は、セルーセル比較のセル間隔を定める整数と同じでなくともよい。

#### 【0017】

すると、ダイ 1 端部から  $x_2$  の距離にある画素ブロック 5 とこれに対応する画素ブロック 5' とは、繰り返しパターンと同じ部分を撮像した画像データにより構成されるために、その比較結果の値が小さくなるが、ダイ 1 端部から  $x_1$  の距離にある画素ブロック 4 とこれに対応する画素ブロック 4' とは、異なるパターンを撮像した画像データにより構成されるために、比較結果の値が大きくなる。

#### 【0018】

したがって、ステップ S107、S109 において、被判定位置を繰り返し領域 3 の外側方向（又は内側方向）の何れか一方方向に繰り返しずらしつつ、前記比較結果の値が所定のしきい値  $t_h$  の画素数よりも大きく（又は小さく）なる位置  $x_p$  を検出する。このように、前記比較結果の値が所定のしきい値  $t_h$  よりも大きく（又は小さく）なるような被判定位置の領域を求め、ステップ S111 においてこれを検査領域に設定する。

#### 【0019】

このように、前記比較結果の値が所定のしきい値  $t_h$  よりも小さくなるような被判定位置の領域を求め、これを検査領域に設定することによって、検査領域を繰り返しパターン領域 3 内において可能な限り拡大することができる。

#### 【0020】

また、本発明の第 2 形態に係るパターン比較検査装置は、検査領域内に含めるべきか否かを判定する被判定位置を、被検査パターン上のいずれかから選択する被判定位置選択手段と、被判定位置の画像信号と、被判定位置から繰り返しピッチの整数倍離れた位置の画像信号とを比較する画像比較手段と、画像比較手段の

比較結果が所定のしきい値内にあるとき、被判定位置を検査領域内に含めて検査領域を設定する検査領域設定手段とを備えることとする。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付する図面を参照して本発明の実施例を説明する。図3は、本発明の第1の実施例に係るパターン比較検査装置の概略構成図である。

パターン比較検査装置10は、メモリセル等の繰り返しパターンを含む回路パターン等が形成されたウエハ22を保持するステージ21と、ウエハ22上に形成されたパターンを撮像する1次元イメージセンサ等の撮像手段20と、撮像手段20によりウエハ22全面のパターンを撮像するために、撮像手段20がウエハ22上を走査するようにステージ21を移動させるステージ制御部29とを備える。

#### 【0022】

またパターン比較検査装置10は、撮像されたアナログ画像信号をデジタル形式の画像信号に変化するA/D変換器23と、変換されたデジタル形式の画像信号パターンを記憶する画像メモリ24と、記憶された画像信号パターンに基づき、ウエハ22に形成されたパターンをダイーダイ比較するダイ比較部25及びセルーセル比較するセル比較部26と、比較結果に基づき形成パターンの欠陥を検出する欠陥検出部27と、検出された結果を出力する結果出力部28とを備えている。

#### 【0023】

さらに、パターン比較検査装置10は、撮像されたパターン内において、セル比較部26がセルーセル比較を行う検査領域を設定するための手段を備えており、これは図3に示す仮領域設定手段40と、被判定位置選択手段41と、画像比較手段42と、検査領域設定手段43とを含んでいる。また制御部46には、ウエハ22上に形成されたパターンの各位置を示す位置データが与えられており、制御部46は、この位置データを元にして繰り返しパターン領域3のウエハ上位置を算出して仮領域設定手段40に供給する。

以下図4～図12を参照して、パターン比較検査装置10の動作を説明する。

## 【0024】

図4は、パターン比較検査装置10の動作を説明する本発明の第1実施例に係るパターン比較検査方法のフローチャートである。

ステップS131において、図5に示すようにウエハ22上に形成されたダイ1に含まれる、繰り返しパターン2が反復形成された繰り返しパターン領域3に対して、境界線51及び52により境界付けされたX方向仮領域を設定する。ここにX方向、Y方向は図5に示した通りとする。

ここで、制御部46により算出された繰り返しパターン領域3の位置は、ウエハ22上のパターンを形成する際に使用したCADデータ等から算出したものであるため、上述の装置誤差の影響により撮像手段20により撮像された画像データ上の撮像位置と誤差を生じる可能性がある。このような誤差があっても、仮領域が必ず繰り返しパターン領域3に含まれるように、X方向仮領域は、制御部46により与えられた繰り返しパターン領域3の内側に、かつその端部に対してマージンを持たせて設定する。このマージンは、ステージ21等の機械精度に応じて定められる。

## 【0025】

ステップS133において、撮像手段20を走査してダイ1に形成されたパターンの画像を撮像する。以下、説明のためウエハ22面上において撮像手段20の走査方向にX軸を、走査方向と直角方向にY軸を設定する。撮像手段20による走査は、その撮像サイズ（同時撮像素子数）とダイ1のサイズに応じて分割して行われる。例えば図6の例では、1つのダイ1に対してS1～S3の3回に分けて行われる。撮像された画像信号は、A/Dコンバータ23によりデジタル信号へ変換され、画像メモリ24内に記憶される。画像メモリ24内に記憶された、1回の走査で取得された画像信号60を図7（a）に示す。

## 【0026】

ステップS135において、検査領域内に含めるべきか否かを判定する被判定位置をX方向仮領域内に設定する。ここでは、被判定位置をダイ1の端部から距離 $x_0$ の位置に設けるものとする。

ステップS137において、被判定位置における撮像画像の画素列ブロック6

1 と、被判定位置と繰り返しピッチ ( $x_T$ ) の整数倍離れた位置の画素列ブロック 62 とを比較する。画素ブロックどうしの比較は、例えば、画素ブロック中の対応する画素どうしのグレースケール値の差が、所定の画素値間比較用のしきい値よりも大きい画素数を比較結果とする。

ステップ S139 において、比較結果の値と所定のしきい値画素数  $t_h$  を比較する。現在、前記被判定位置は X 方向仮領域内にあるので (ステップ S137)、画素列ブロック 61 と画素列ブロック 62 とは、共に繰り返しパターン領域 3 内にあり、両者は繰り返しパターン 2 の同じ部分を撮像した画像となる。したがってその比較結果の値は図 7 (c) に示すとおり小さくなり、所定のしきい値以下となる。

#### 【0027】

ステップ S141 において、前記被判定位置を繰り返しパターン領域 3 の外側方向に  $\Delta x$  ずつ微動させ、ステップ S137 に移動する。被判定位置が繰り返しパターン領域 3 境界である位置  $x_p$  に至るまで、比較結果の値は所定のしきい値以下を示すため、ステップ S137 ~ S141 が繰り返されることになる。

#### 【0028】

図 7 (b) は、被判定位置が繰り返しパターン領域 3 境界である位置  $x_p$  に至った状態を示す図である。ステップ S137 において、被判定位置における撮像画像の画素列ブロック 61 と、被判定位置と繰り返しピッチ ( $x_T$ ) の整数倍離れた位置の画素列ブロック 62 とを比較すると、前記被判定位置は繰り返しパターン領域 3 境界にあるので、これを境にして前記比較結果の値は急激に増加し、図 7 (c) に示すように所定のしきい値  $t_h$  を超えるに至る。

#### 【0029】

したがって、ステップ S139 において比較結果の値が所定のしきい値  $t_h$  を超えたことを判断し、(現在の被判定位置-所定のずらし幅  $\Delta x$ ) を、検査領域の境界として設定する (ステップ S143)。

その後ステップ S145 において、ダイ比較部 25 およびセル比較部 26 は、設定された検査領域外の画像信号に基づきダイ-ダイ比較を行い、設定された検査領域外の画像信号に基づきセル-セル比較を行う。

## 【0030】

図8 (a) に示すように、パターン領域3の境界付近に、欠陥63がある場合には、被判定位置がパターン領域3の境界に至る前に、被判定位置における撮像画像の画素列ブロック61と、被判定位置と繰り返しピッチの整数倍離れた位置の画素列ブロック62との比較結果の値が所定のしきい値 $t_h$ を超え、パターン領域3の境界よりも内側の位置 $x_d$ で検査領域の境界を設定することになる。

## 【0031】

したがって、パターン領域3の境界付近に欠陥63がある場合には、検査領域の境界は、撮像手段20の走査位置によって（図6の例では、走査位置がS1、S2またはS3のいずれかであるかによって）検査領域の境界位置が異なり、設定される検査領域は、図8 (b) に示す連続直線64のように凹凸を有することになる。そこで、各走査位置ごとの検査領域の境界位置の差 $G_x$ や、設定した検査領域の境界位置と所与のパターン領域3の境界位置若しくはX方向仮領域の境界位置との差を算出することにより、パターン領域3の境界に存在する欠陥63を検出することが可能となる。

## 【0032】

したがって、検査領域設定手段43は、各走査位置ごとに設定された検査領域の境界位置を、検査領域出力手段45によって、表示装置を有する制御部46に出力する。また、検査領域設定手段43は、設定された検査領域の境界位置の差 $G_x$ や、設定した検査領域の境界位置と所与のパターン領域3の境界位置若しくはX方向仮領域の境界位置との差が所定数値以上になった場合には、エラー出力手段44によって制御部46にエラー出力を行うか、結果出力部28に欠陥出力信号を出力する。

## 【0033】

また、上述の通り、検査領域設定手段43は、（ダイ1端から仮領域境界51までの距離+繰り返しパターンの繰り返しピッチ（ $x_T$ ）1個分）の幅だけの画像信号があれば、セルーセル比較開始位置側の検査領域境界を設定できる。したがって、1回分の走査画像60全部を取得完了前であっても、この必要量の画像信号を取得後、ただちに検査領域設定手段43による検査領域設定を行うことと

してもよい。

#### 【0034】

図4に示す方法では、撮像手段20の走査方向(X方向)について、検査領域を拡大することを試みたが、例えば図6に示す走査位置S1またはS3において取得される画像データのように、撮像手段20により取得された画像データがY方向に対するパターン領域3の境界位置を含む場合には、撮像手段20の走査方向と直角方向(Y方向)についても同様に検査領域を拡大することができる。図9にそのフローチャートを示す。

#### 【0035】

ステップS151において、図10に示すように繰り返しパターン領域3に対して、境界線53及び54により境界付けされたY方向仮領域を設定する。Y方向仮領域は、X方向仮領域と同様に、繰り返しパターン領域3の内側にかつその端部に対してマージンを持たせて設定する。

#### 【0036】

撮像手段20により取得された画像データがY方向に対するパターン領域3の境界位置を含む場合(例えば図6に示す走査位置S1で走査する場合)、ステップS153において、図4の方法によりX方向についてセルーセル比較を開始する検査領域の境界64を決定する。この場合、走査1回分の走査画像60全部を取得し画像メモリ24内に記憶させてから決定してもよいが、(ダイ1端から仮領域境界51までの距離+繰り返しパターンの繰り返しピッチ( $x_T$ )1個分)の幅だけの画像信号を取得した段階で、セルーセル比較開始位置側の検査領域境界を設定し、検査のスループットを向上を図ることとしてもよい。

#### 【0037】

ステップS133において、セルーセル比較を開始するX方向検査領域の境界64から、所定の画素行幅 $w_s$ を有する画像データが撮像されるのを待って、画像データを取得する。所定の画素行幅 $w_s$ を有する画像データの画像信号60を図10(a)に示す。Y方向検査領域はこの画素行幅 $w_s$ ごとに順次設定してゆく。

#### 【0038】



ステップ S 1 3 5 において、検査領域内に含めるべきか否かを判定する被判定位置を Y 方向仮領域内に設定する。ここでは、被判定位置をダイ 1 の端部から距離  $y_0$  の位置に設けるものとする。

ステップ S 1 3 7 において、被判定位置における撮像画像の画素行ブロック 7 1 と、被判定位置と繰り返しピッチ ( $y_T$ ) の整数倍離れた位置の画素行ブロック 7 2 とを比較する。ステップ S 1 3 9 において、比較結果の値と所定のしきい値  $t_h$  を比較する。現在、前記被判定位置は Y 方向仮領域内にあるので (ステップ S 1 3 5)、比較結果の値は図 10 (c) に示すとおり所定のしきい値以下となる。

ステップ S 1 4 1 において、前記被判定位置を繰り返しパターン領域 3 の外側方向に  $\Delta y$  ずつ微動させ、ステップ S 1 3 7 に移動する。被判定位置が繰り返しパターン領域 3 境界である位置  $y_p$  に至るまで、ステップ S 1 3 7 ~ S 1 4 1 が繰り返されることになる。

#### 【0039】

図 10 (b) は、被判定位置が繰り返しパターン領域 3 境界である位置  $y_p$  に至った状態を示す図である。ステップ S 1 3 7 において、被判定位置における撮像画像の画素行ブロック 7 1 と、画素行ブロック 7 2 とを比較すると、前記被判定位置は繰り返しパターン領域 3 境界にあるので、これを境にして前記比較結果の値は急激に増加し、図 10 (c) に示すように所定のしきい値  $t_h$  を超えるに至る。

#### 【0040】

したがって、ステップ S 1 3 9 において比較結果の値が所定のしきい値  $t_h$  を超えたことを判断し、図 10 (d) に示すように (現在の被判定位置 - 所定のずらし幅  $\Delta y$ ) を、検査領域の境界 6 5 として設定する (ステップ S 1 4 3)。以下撮像手段 20 の走査が進行するにしたがい、新しく画素行幅  $w_s$  を有する画像データを取得するたびに、順次ステップ S 1 3 3 ~ S 1 4 3 を繰り返して Y 方向検査領域を設定していく。またはステップ S 1 3 3 ~ S 1 4 3 を、X 方向検査領域境界 6 4 から幅  $w_s$  のデータについてのみ一度だけ行い、ここで得た Y 方向検査領域を後に続く他のすべての検査領域として設定してもよい。

その後ステップ S145 において、ダイ比較部 25 およびセル比較部 26 は、比較に必要な画像データが撮像され次第、設定された検査領域外の画像信号に基づき順次ダイダイ比較を行い、設定された検査領域外の画像信号に基づき順次セルセル比較を行う。

#### 【0041】

Y 方向検査領域の設定では、設定の際に一定の幅を有する走査画像が必要になる。例えば図 10 では、被判定位置における撮像画像の画素行ブロック 71 と、被判定位置と繰り返しピッチ ( $y_T$ ) の整数倍離れた位置の画素行ブロック 72 とを比較して、繰り返しパターン領域の境界 3 まで検査領域を拡大するためには、少なくとも (所与の繰り返しパターン領域の境界 3 から仮領域境界 53 までの距離 + 繰り返しパターンの繰り返しピッチ ( $y_T$ ) 1 個分) の幅を有する撮像画像が必要になる。

#### 【0042】

したがって、Y 方向検査領域の設定を行うためには、撮像手段 20 として前記幅の画像を一度撮像できるセンサを使用する必要がある。または図 11 に示すように、前記幅の画像を含むように複数回 ( (所与の繰り返しパターン領域の境界 3 から仮領域境界 53 までの距離 + 繰り返しパターンの繰り返しピッチ ( $y_T$ ) 1 個分) / 1 回の走査幅) の走査画像を同時に画像メモリ 24 に記憶することとしてもよい。図 11 の例では、撮像素子 20 の撮像幅が狭いが、走査箇所 S1 ~ S4、S5 ~ S8 及び S9 ~ S12 の各 4 回分の走査画像を、それぞれ記憶画像データ M1、M2 及び M3 として記憶メモリ 24 に記憶することができる。

#### 【0043】

図 12 に本発明の第 2 実施例に係るパターン比較検査方法のフローチャートを示す。本発明の第 2 実施例に係るパターン比較検査方法では、上述の X 方向仮領域並びに Y 方向仮領域それぞれの境界 51 及び 52 並びに 53 及び 54 を、繰り返しパターン領域 3 の外側に設定する。本発明の第 2 実施例に係るパターン比較検査方法を実行するパターン比較検査装置の概略構成は、図 3 に示すパターン比較検査装置 10 と同様であるので、図示および各部の説明は省略する。

#### 【0044】

ステップS161において、繰り返しパターン領域3に対して、図13に示す境界線51及び52により境界付けされたX方向仮領域を設定する。繰り返しパターン領域3に対して境界線53及び54により境界付けされたY方向仮領域を設定する。前述の通り、各方向仮領域は、制御部46により与えられた繰り返しパターン領域3の外側に、かつその端部に対してマージンを持たせて設定する。

#### 【0045】

ステップS163において、撮像手段20を走査してダイ1に形成されたパターンの画像を撮像する。撮像された画像信号60を図14(a)に示す。

#### 【0046】

ステップS165において、検査領域内に含めるべきか否かを判定する被判定位置をX方向仮領域外に設定する。ここでは、被判定位置をダイ1の端部から距離 $x_0$ の位置に設けるものとする。

ステップS167において、被判定位置における撮像画像の画素列ブロック61と、被判定位置と繰り返しピッチ( $x_T$ )の整数倍離れた位置の画素列ブロック62とを比較する。このとき、画素列ブロック62の位置が繰り返しパターン領域3内となるように、前記繰り返しピッチ( $x_T$ )の倍数を、前記マージンに応じて定めておく。

ステップS169において、比較結果の値と所定のしきい値画素数 $t_h$ を比較する。現在被判定位置は、X方向仮領域外にあるので(ステップS165)、画素列ブロック61は繰り返しパターン領域3外にある。したがって、画素列ブロック61と繰り返しパターン領域3内の画素列ブロック62とを比較すると、その比較結果の値は図14(c)に示すように大きくなり、所定のしきい値 $t_h$ より大きくなる。

#### 【0047】

ステップS171において、前記被判定位置を繰り返しパターン領域3の内側方向に $\Delta x$ ずつ微動させ、ステップS167に移動する。被判定位置が繰り返しパターン領域3境界である位置 $x_p$ に至るまで、比較結果の値は所定のしきい値より大きい値を示すため、ステップS137～S141が繰り返されることになる。

## 【0048】

図14 (b) は、被判定位置が繰り返しパターン領域3境界である位置  $x_p$  に至った状態を示す図である。ステップS167において、被判定位置における撮像画像の画素列ブロック61と、被判定位置と繰り返しピッチ ( $x_T$ ) の整数倍離れた位置の画素列ブロック62とを比較すると、前記被判定位置は繰り返しパターン領域3境界にあるので、これを境にして前記比較結果の値は急激に減少し、図14 (c) に示すように所定のしきい値  $t_h$  を下回るに至る。

したがって、比較結果の値が所定のしきい値  $t_h$  を超えたことを判断し、(現在の被判定位置-所定のずらし幅  $\Delta x$ ) を、検査領域の境界として判断することができる。

## 【0049】

しかし、ここで図15 (a) のようなケースがあることを配慮する必要がある。図15は、繰り返しパターン領域3の境界付近に欠陥63が存在している状態を示す。このような画像データがある場合、前述の仮領域を繰り返しパターン領域3内に設定する方法の際には、図8に説明したように検査領域が狭くなるだけであったが、本方法のように仮領域を繰り返しパターン領域3外に設定し、内側に向かって繰り返しパターン領域3の境界を検出する方法においては、誤って検査領域を繰り返しパターン領域3外に設定する恐れがある。すなわち、このような欠陥63がある状態では、被測定位置の移動に対する比較結果の値の変化が図15 (b) に示すように繰り返しパターン領域3外でしきい値  $t_h$  を下回ることも考えられるからである。

## 【0050】

そこで、そのまま被判定位置を所定の移動量  $w_d$  だけ移動させて、比較結果の値がしきい値  $t_h$  を超えないことを確認した上で (S173~S179)、比較結果の値が所定のしきい値  $t_h$  を下回るに至った時点の被判定位置を、検査領域の境界として設定することとした (S181)。

## 【0051】

## 【発明の効果】

本発明により、被検査パターン内の、繰り返しパターンどうしを比較してパタ

ー欠陥の有無を検査するパターン比較検査において、繰り返しパターンどうしを比較を行う検査領域を可能な限り拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係るパターン比較検査方法の原理説明図である。

【図 2】

本発明に係るパターン比較検査方法のフローチャート（その 1）である。

【図 3】

本発明の実施例に係るパターン比較検査方法の概略構成図である。

【図 4】

本発明の第 1 実施例に係るパターン比較検査方法のフローチャート（その 1）である。

【図 5】

繰り返しパターン領域を有する検査パターン上に設けられた仮領域の設定状態の説明図である。

【図 6】

繰り返しパターン領域を有する検査パターンの撮像方法の説明図である。

【図 7】

（a）及び（b）は、撮像された検査パターンの画像信号を示す図であり、（c）は、被判定位置の移動に伴う比較結果の値の変化を示すグラフである。

【図 8】

撮像された検査パターンの画像信号に欠陥画像が含まれている状態を示す図である。

【図 9】

本発明の第 1 実施例に係るパターン比較検査方法のフローチャート（その 2）である。

【図 10】

（a）、（b）及び（d）は、撮像された検査パターンの画像信号を示す図であり、（c）は、被判定位置の移動に伴う比較結果の値の変化を示すグラフであ

る。

【図 1 1】

検査パターンの撮像画像の記憶手法の説明図である。

【図 1 2】

本発明の第 2 実施例に係るパターン比較検査方法のフローチャートである。

【図 1 3】

第 2 実施例における検査パターン上に設けられた仮領域の設定状態の説明図である。

【図 1 4】

(a)、(b) 及び (d) は、撮像された検査パターンの画像信号を示す図であり、(c) は、被判定位置の移動に伴う比較結果の値の変化を示すグラフである。

【図 1 5】

本発明の第 4 の実施例に係る電子ビーム近接露光装置の概略構成図である。

【図 1 6】

半導体ウエハ上に形成された半導体チップ（ダイ）の配列と、検査時の奇跡を示す図である。

【図 1 7】

半導体ウエハ上に形成されたダイを検査する外観検査装置の概略構成図である。

【図 1 8】

ダイーダイ比較を説明する図である。

【図 1 9】

ダイ内のセル、繰り返しパターン領域、検査領域の説明図である。

【符号の説明】

- 1…ダイ
- 2…繰り返しパターン（セル）
- 3…繰り返しパターン領域
- 4、5…画素ブロック

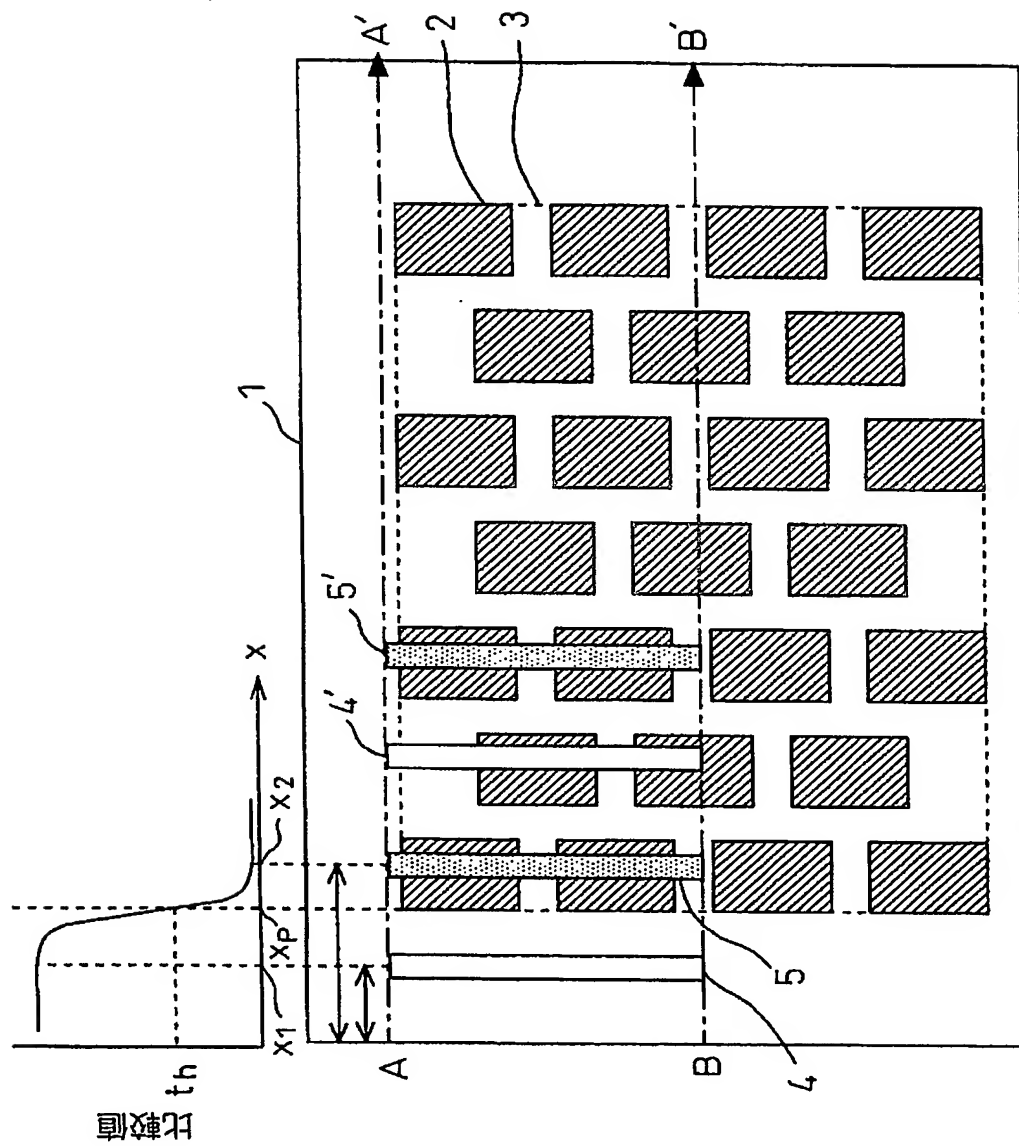
- 2 0 … 撮像手段
- 2 1 … ステージ
- 2 2 … ウエハ
- 2 3 … A / D コンバータ
- 2 4 … 画像メモリ
- 2 5 … ダイ比較部
- 2 6 … セル比較部
- 2 7 … 欠陥検出部
- 2 8 … 結果出力部
- 2 9 … ステージ駆動部
- 4 0 … 仮領域設定手段
- 4 1 … 被判定位置選択手段
- 4 2 … 画像比較手段
- 4 3 … 検査領域設定手段
- 4 4 … エラー出力手段
- 4 5 … 検査領域出力手段

【書類名】

図面

【図 1】

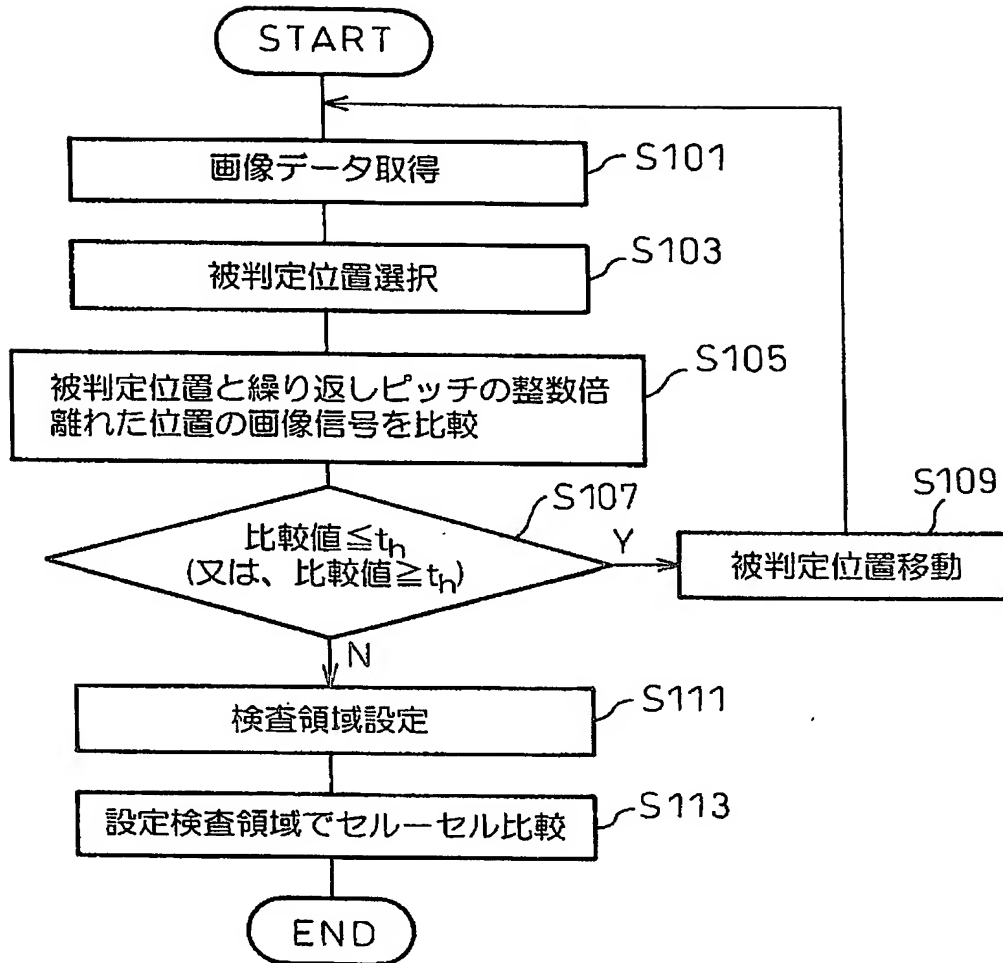
図 1





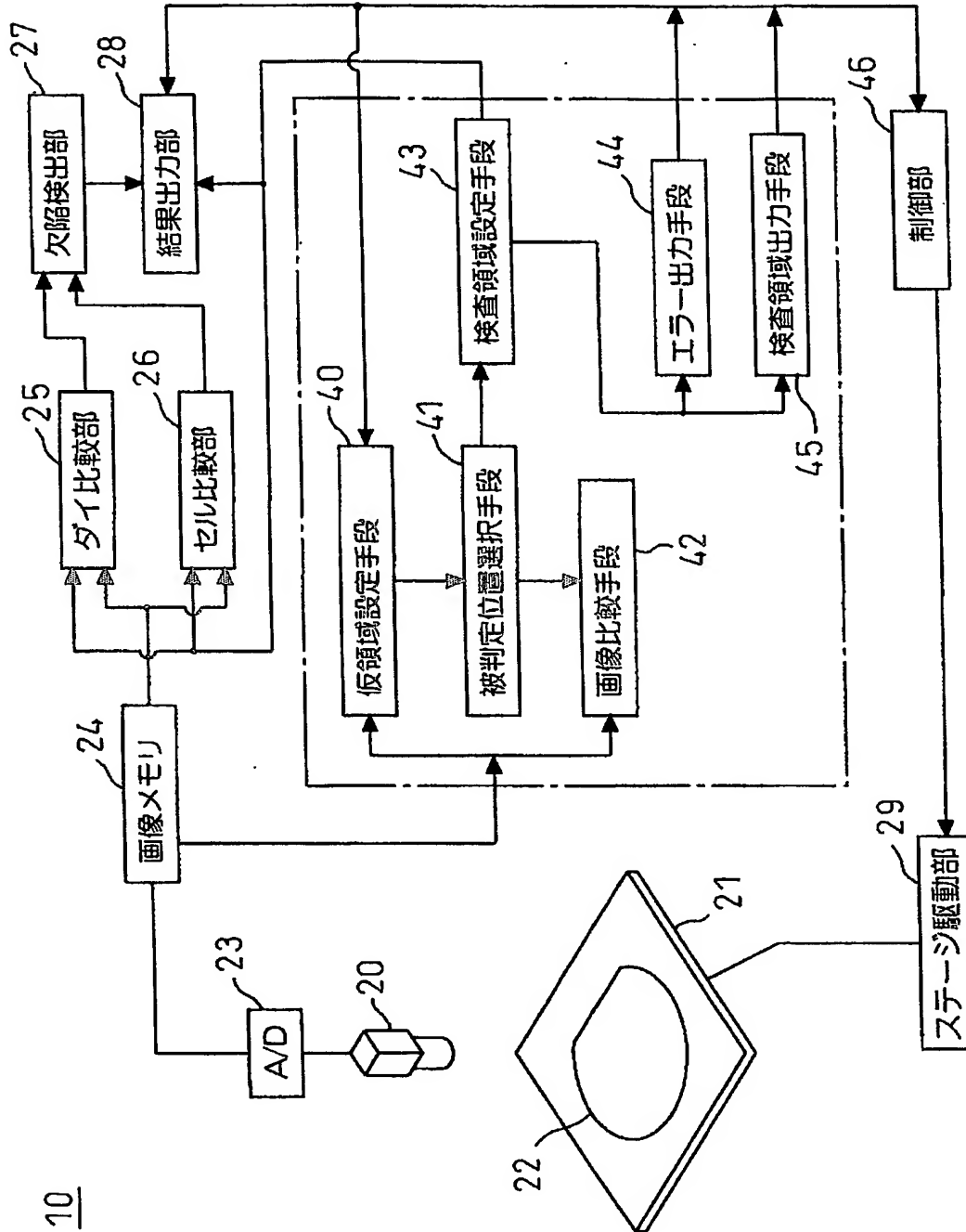
【図 2】

図 2



【図 3】

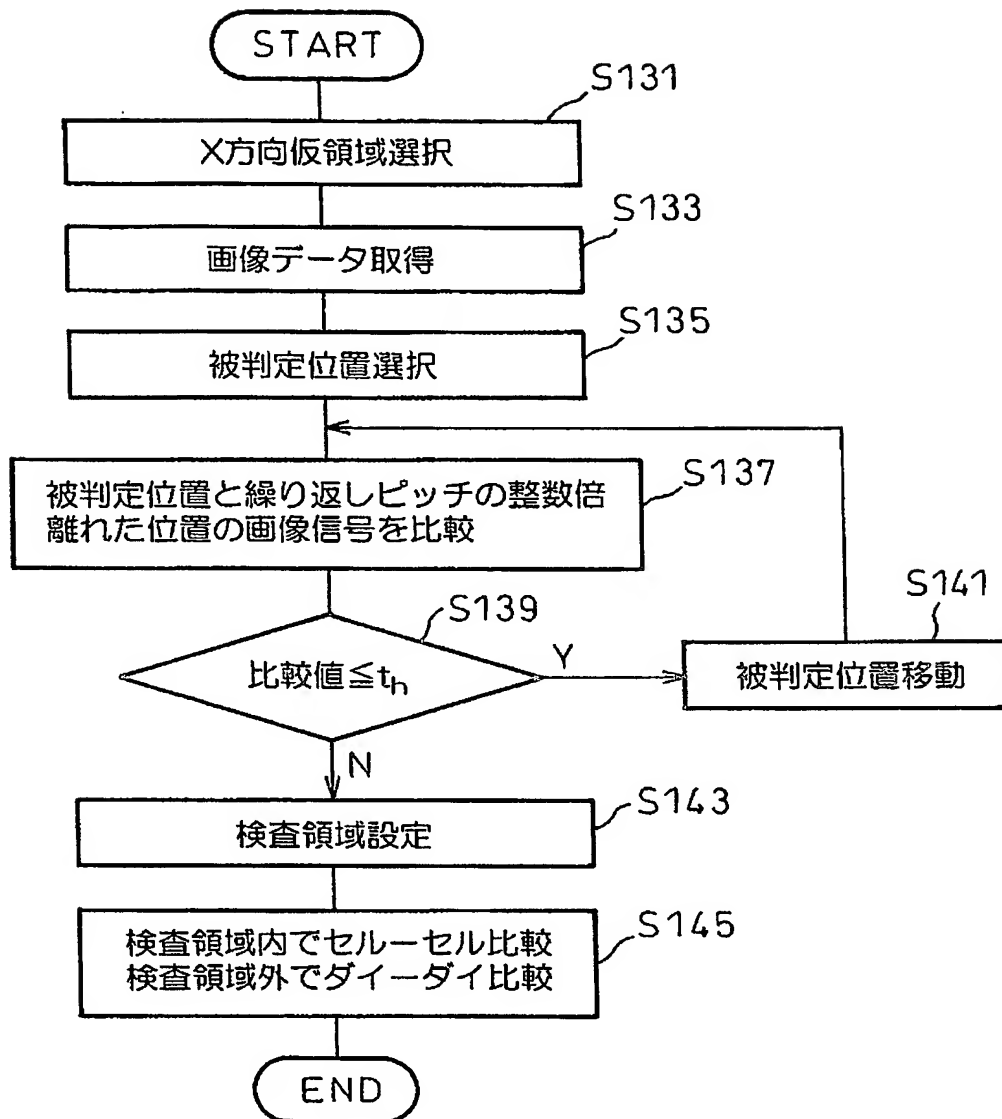
図 3



10

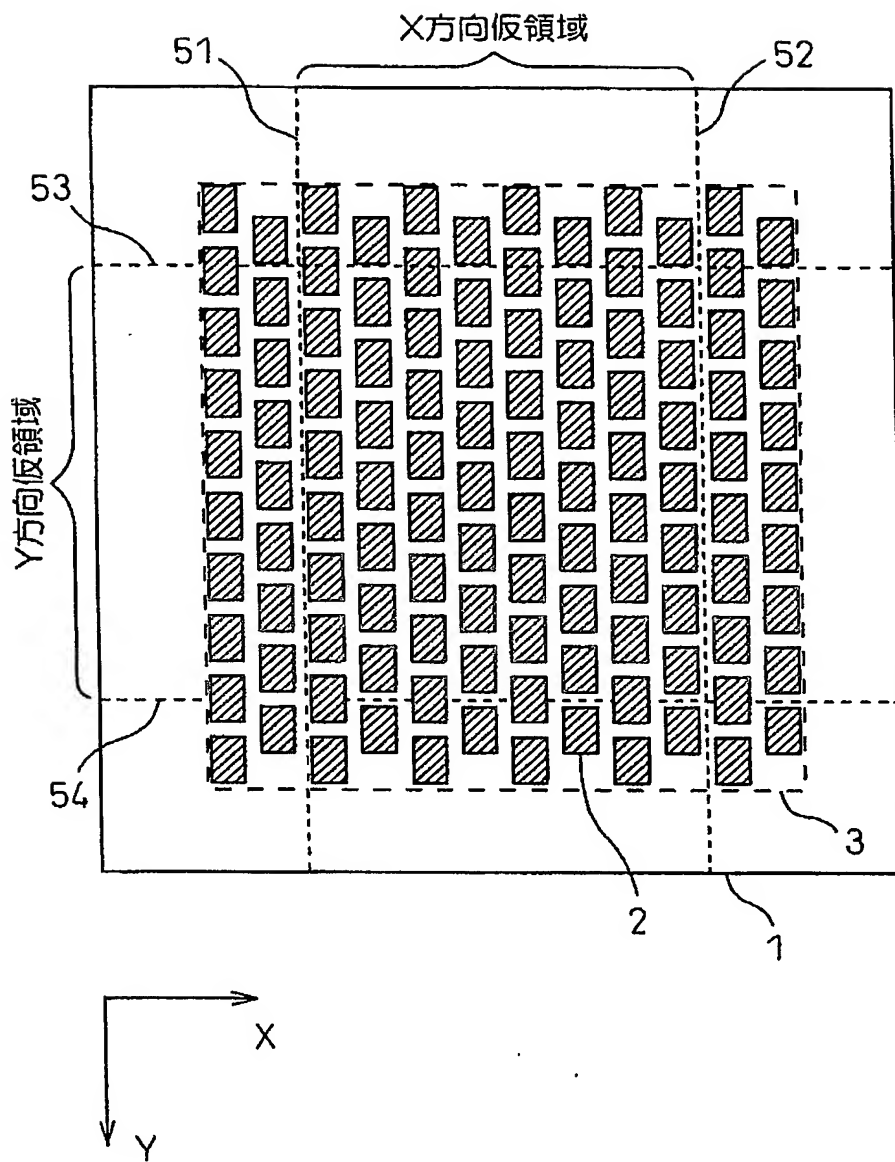
【図 4】

図 4



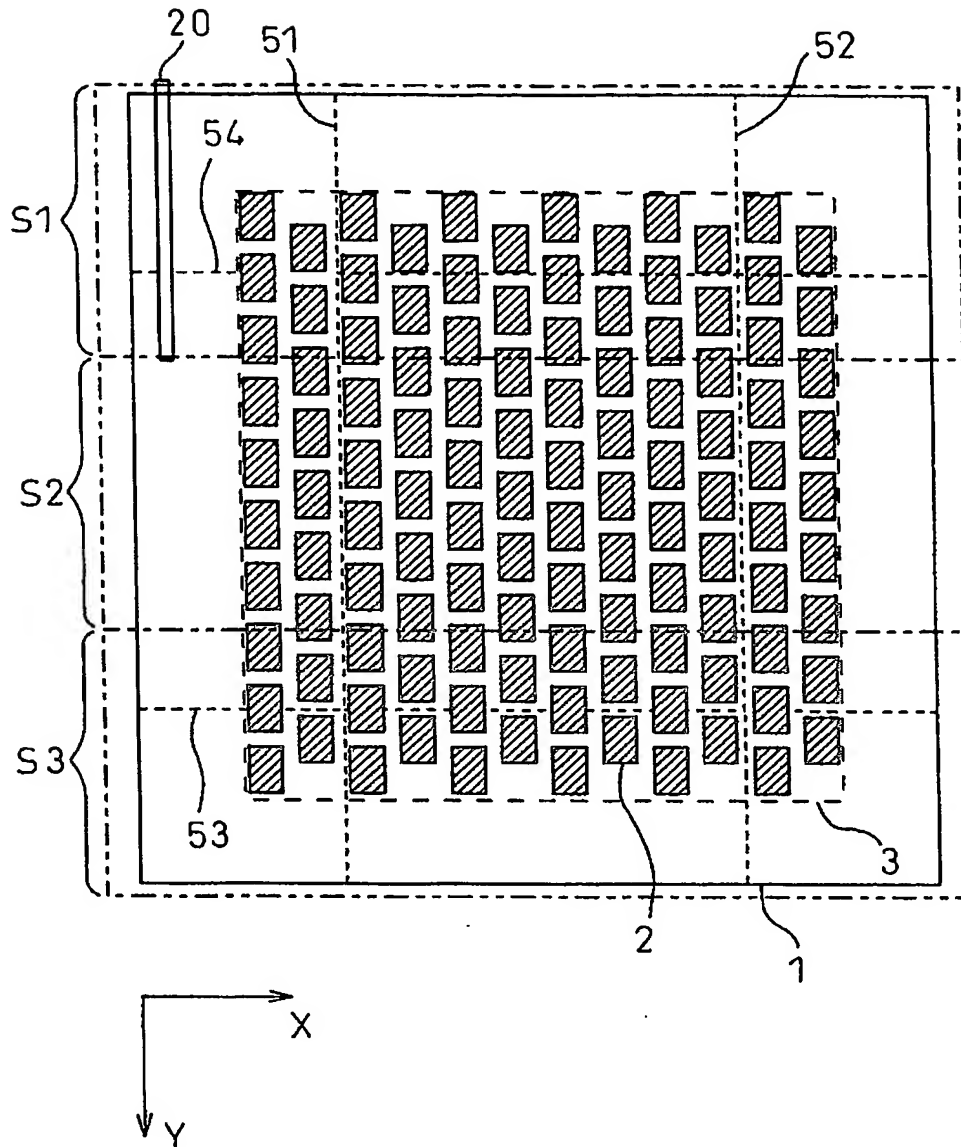
【図 5】

図 5



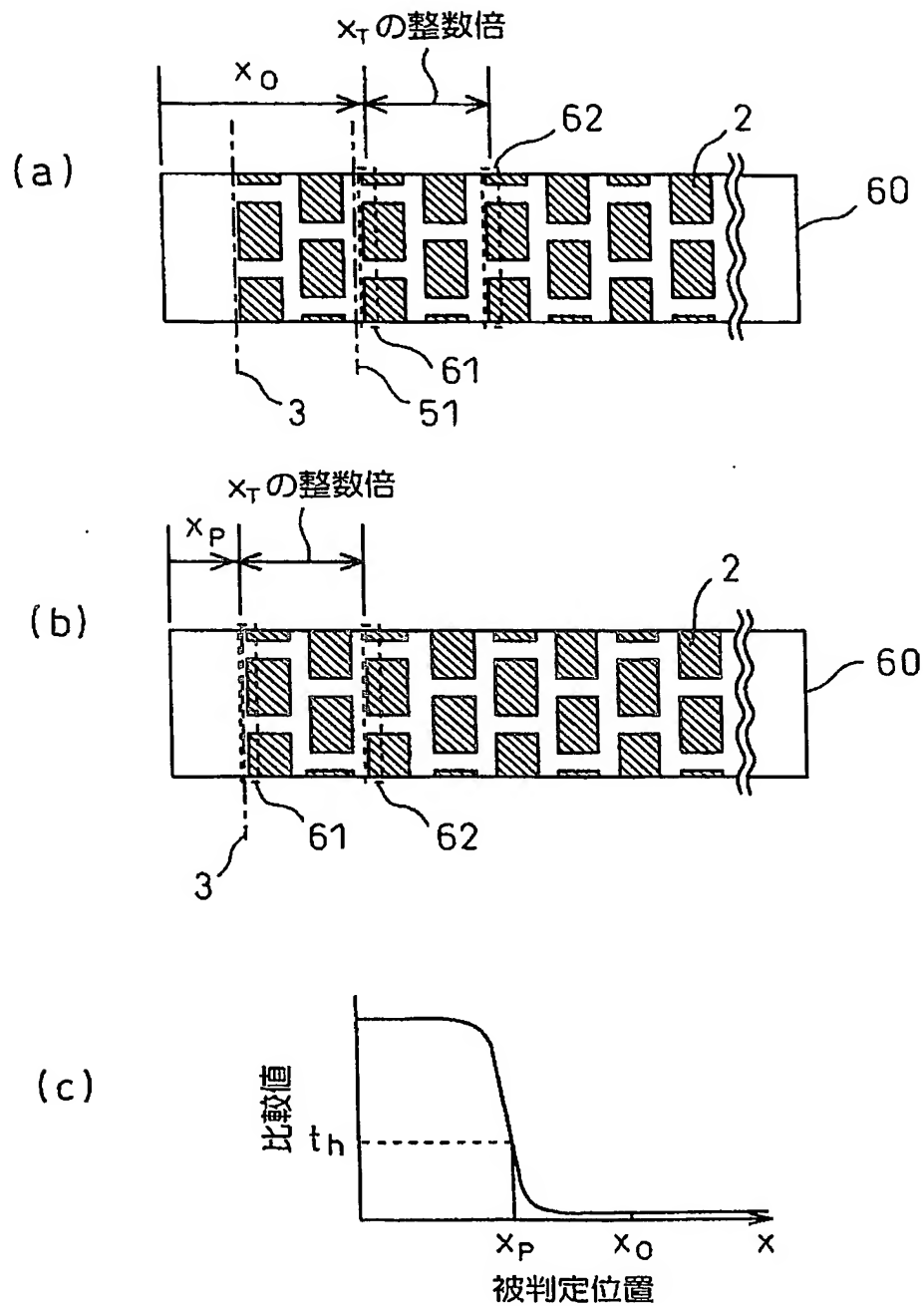
【図 6】

図 6



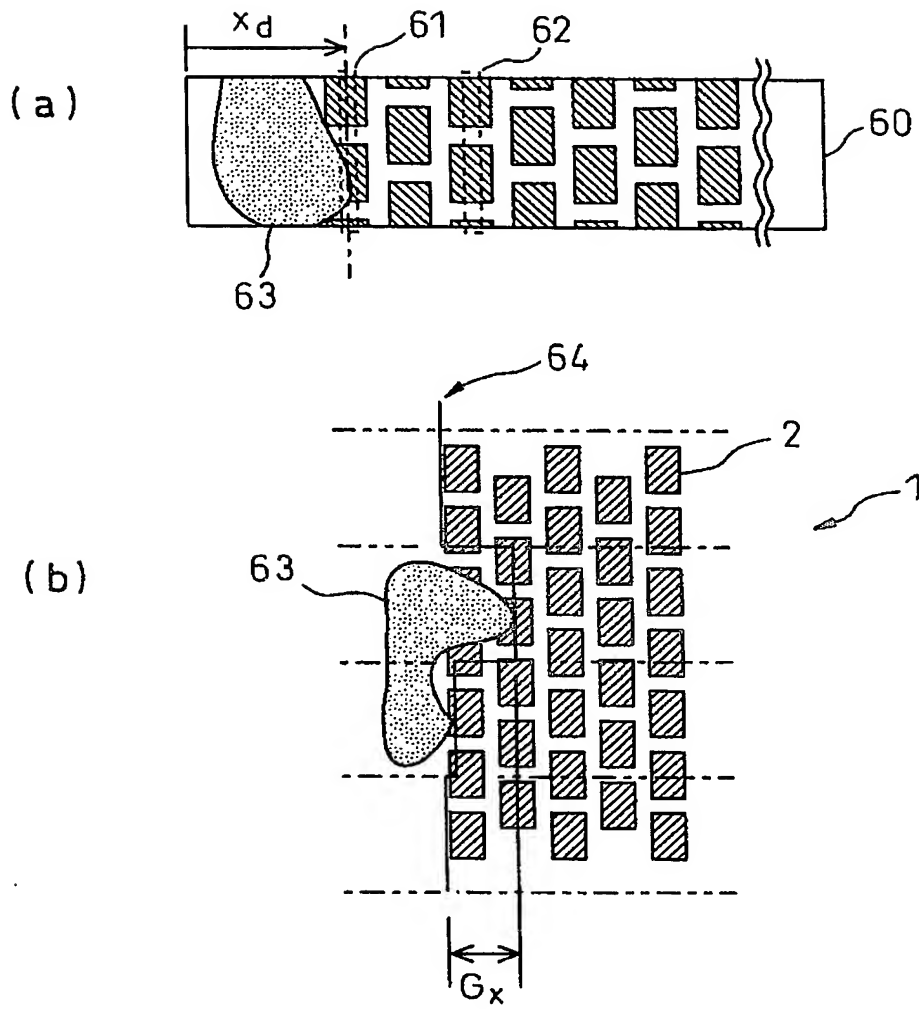
【図 7】

図 7



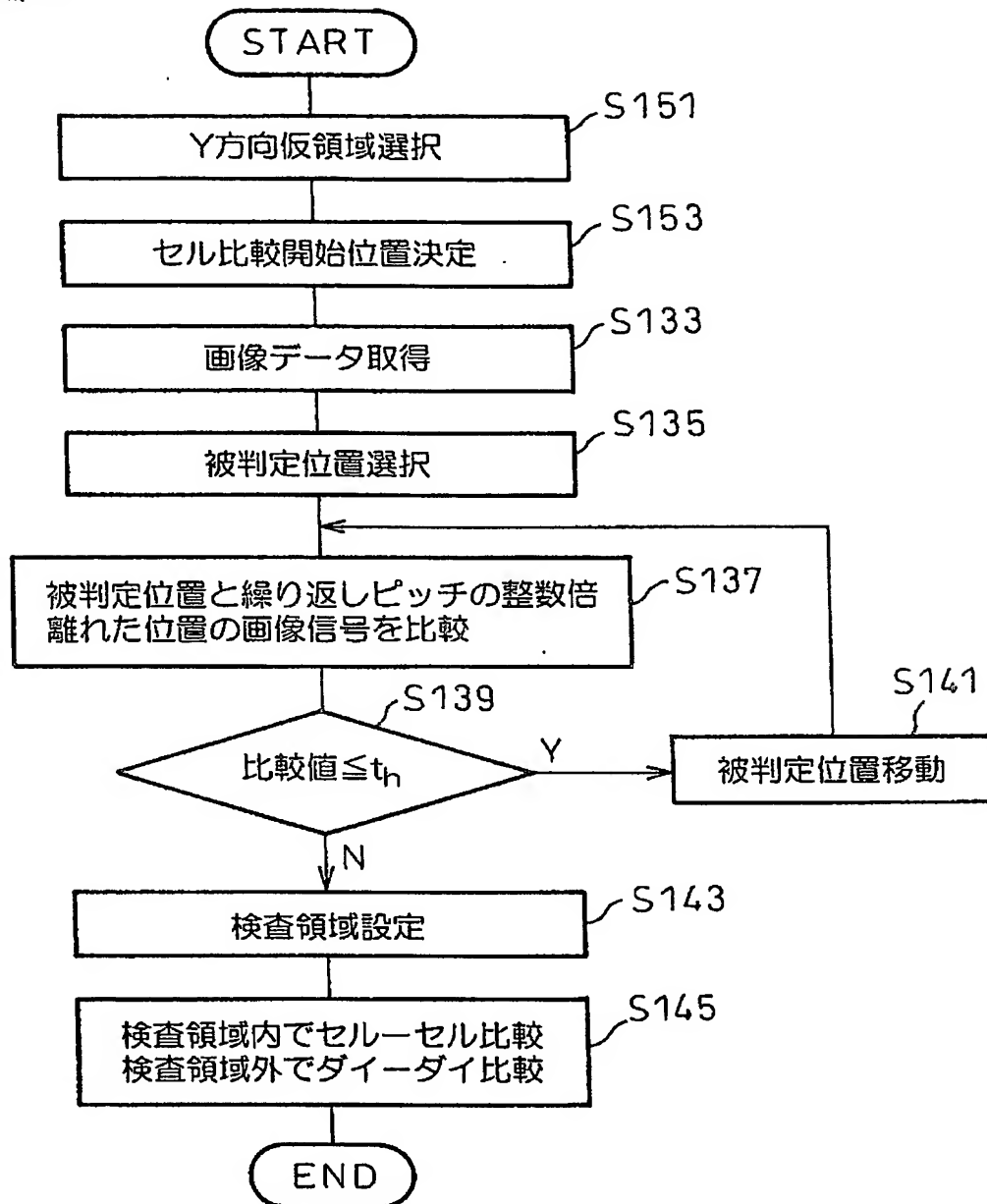
【図 8】

図 8



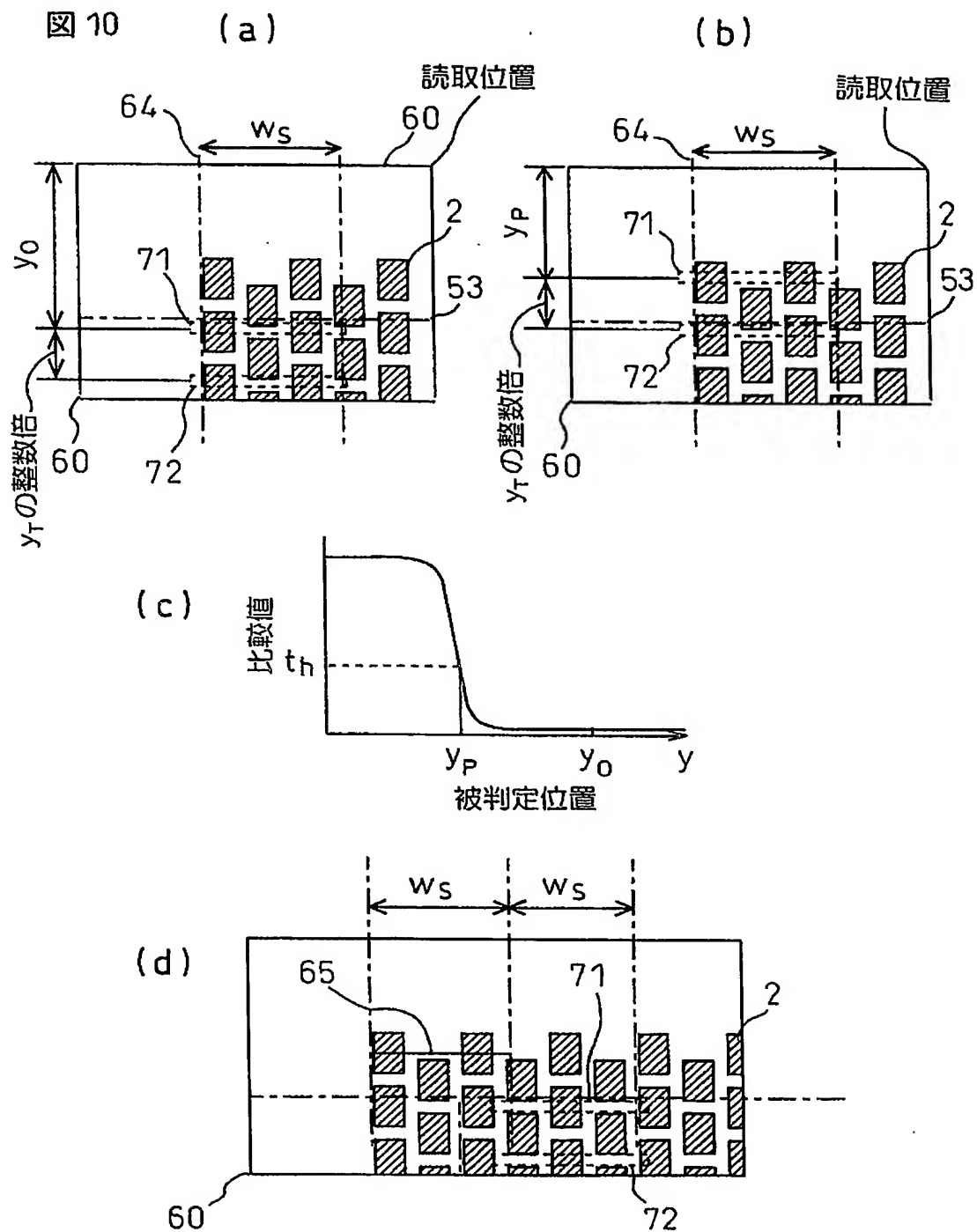
【図 9】

図 9



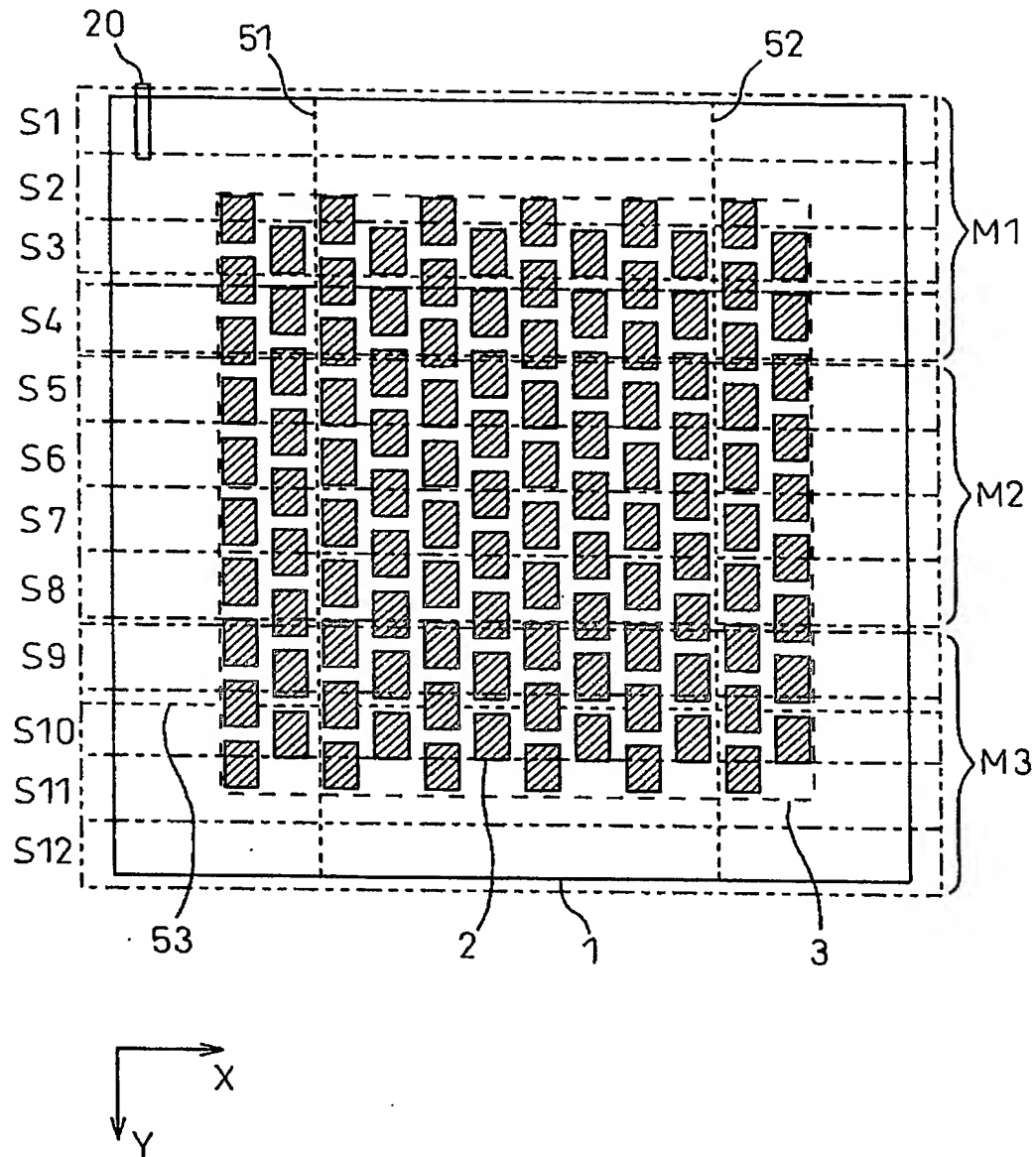


【図 10】



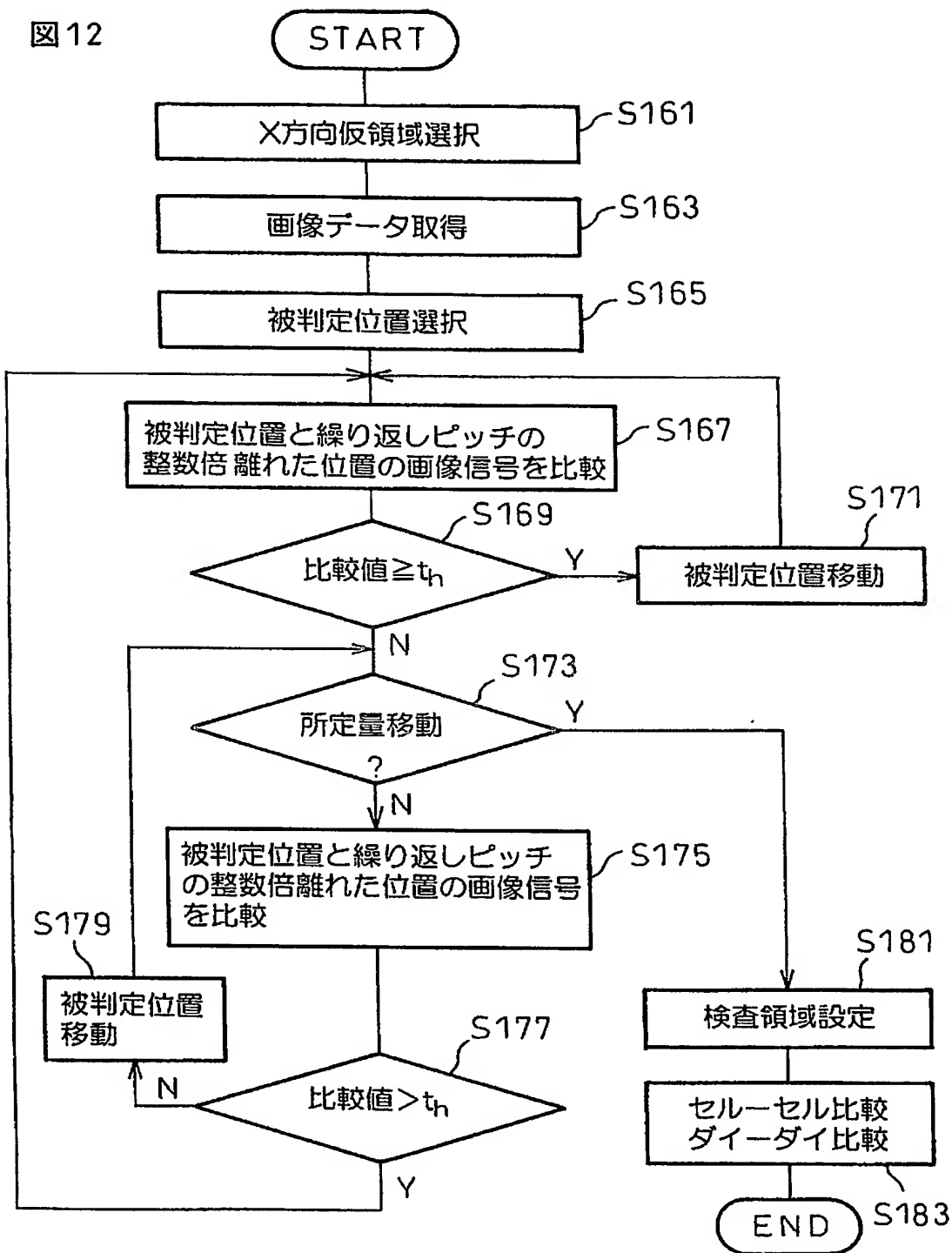
【図 11】

図 11



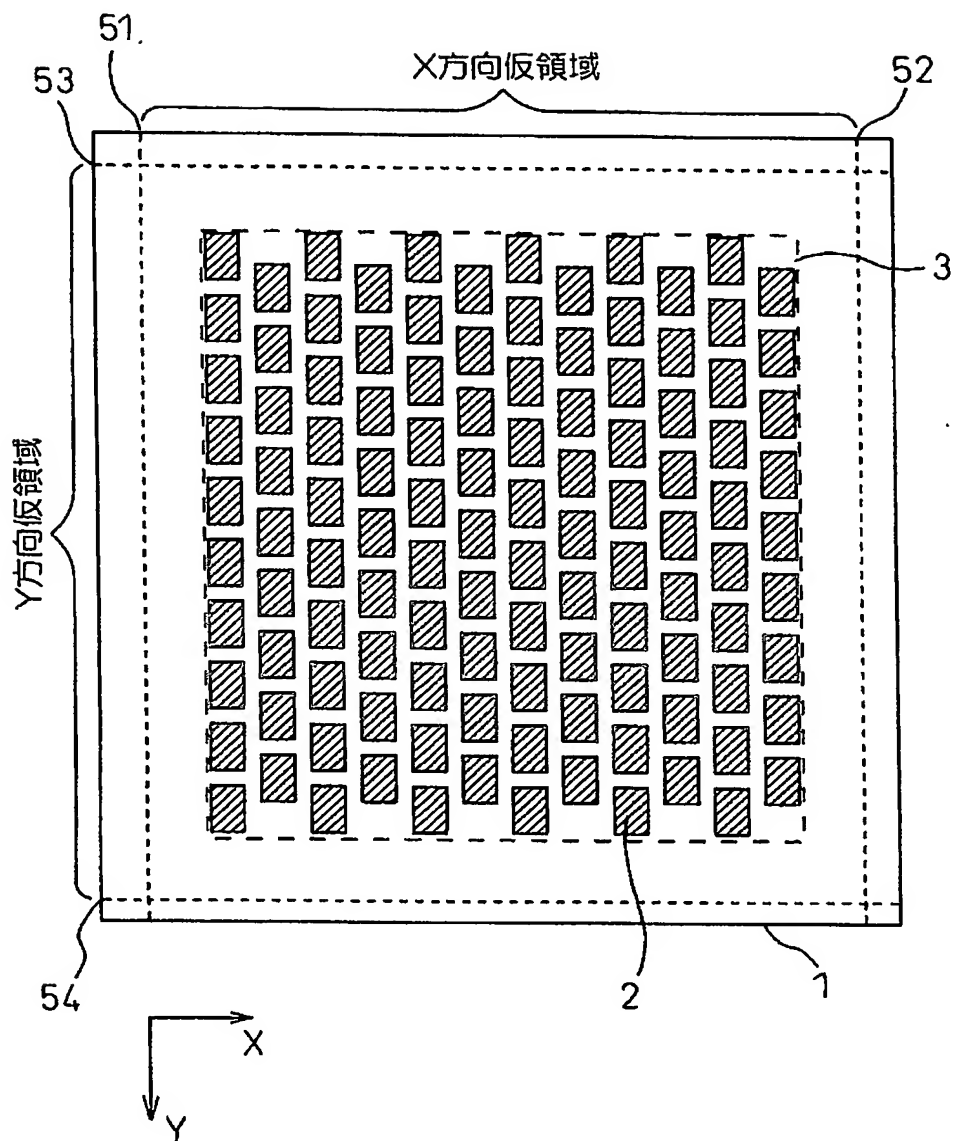
【図 12】

図 12



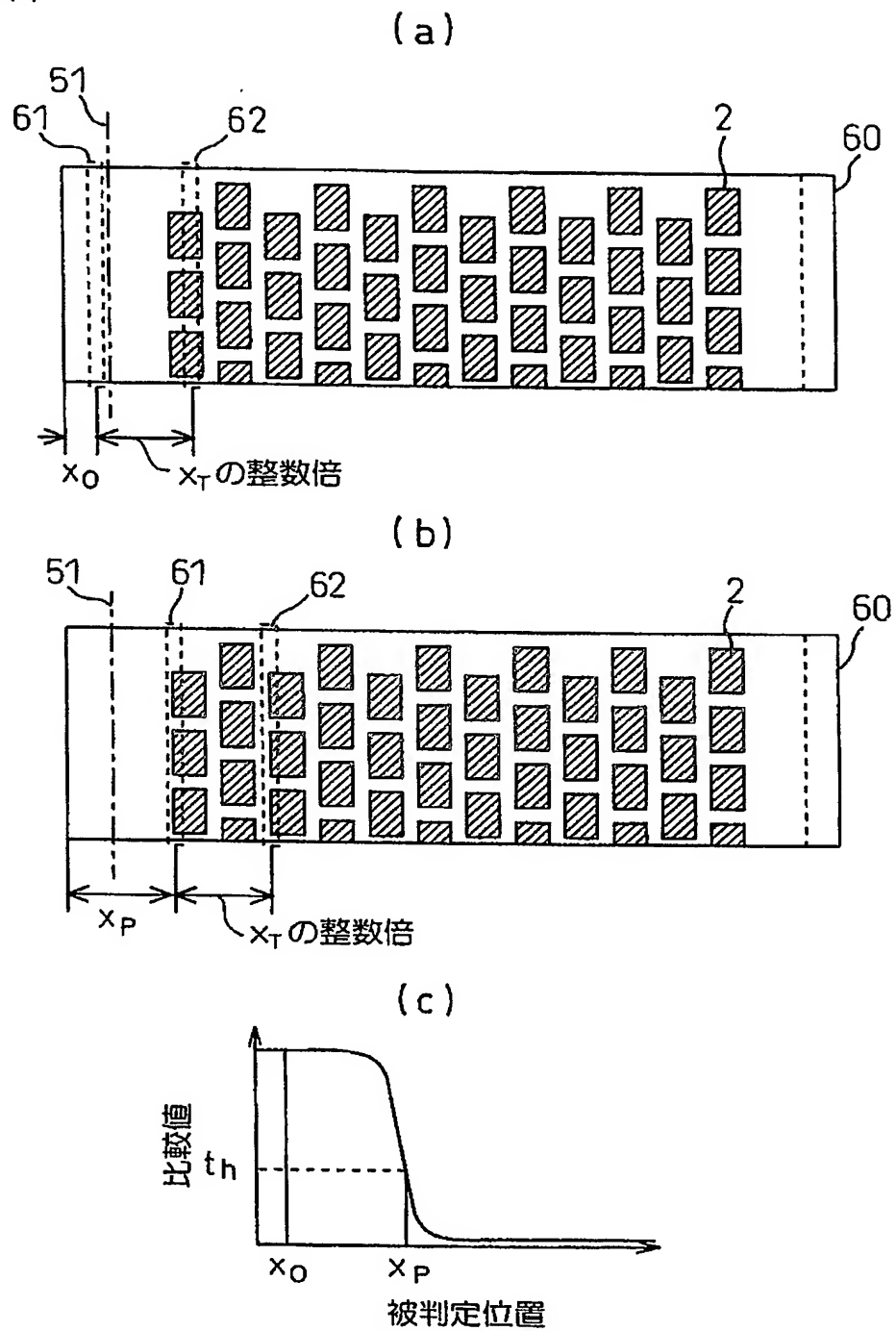
【図 13】

図 13



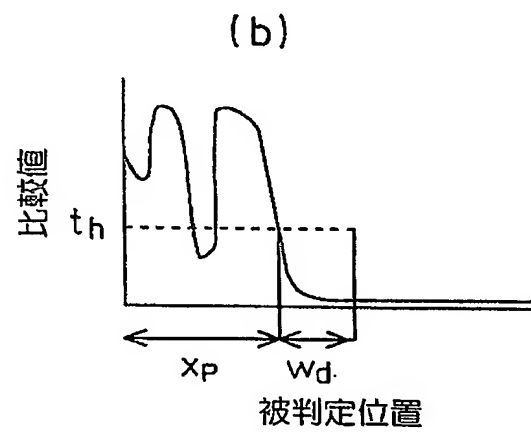
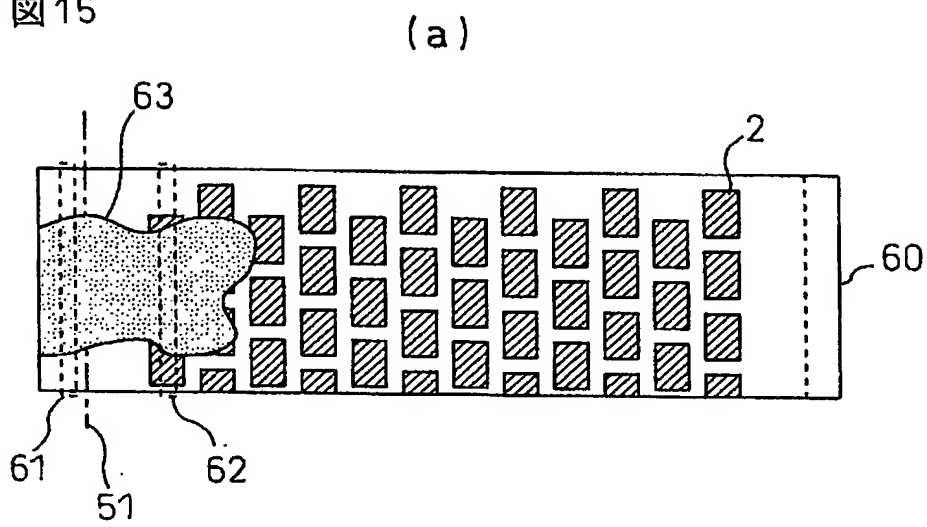
【図 14】

図 14



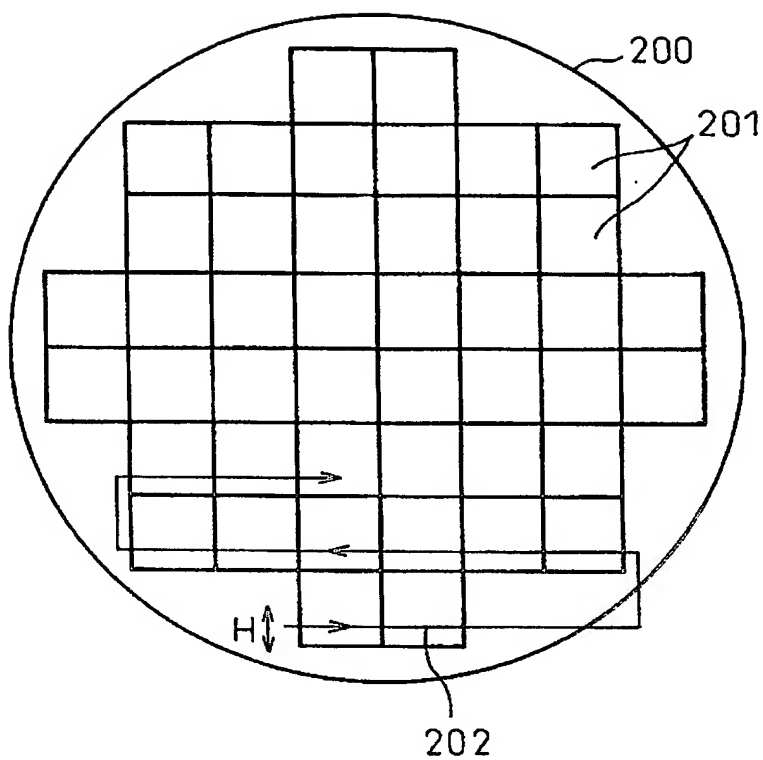
【図 15】

図 15



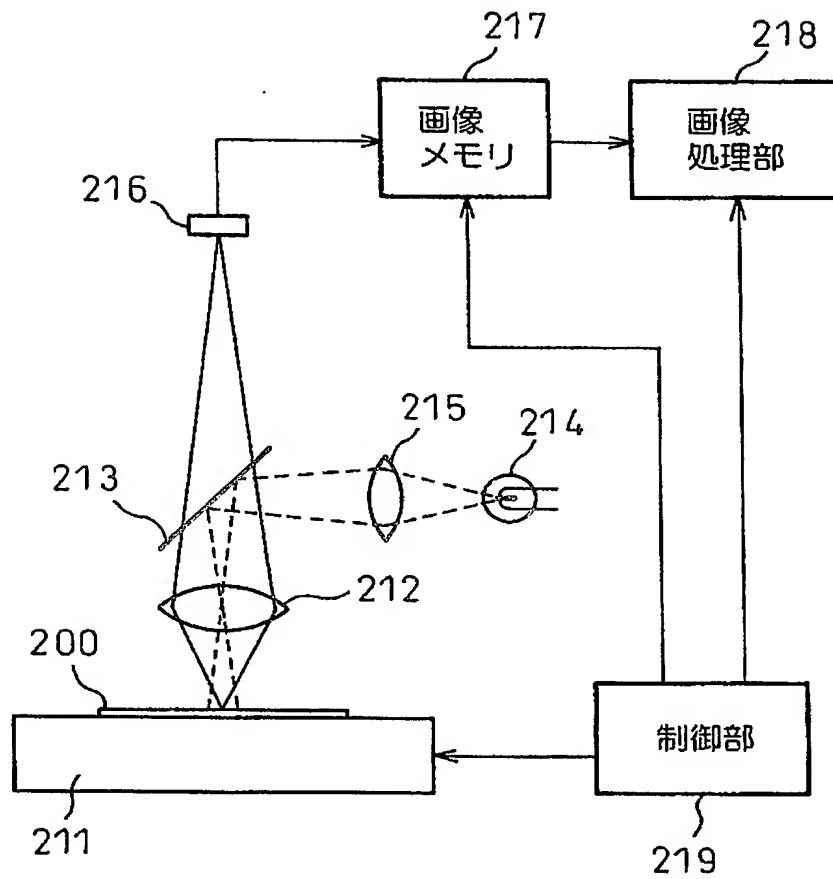
【図 16】

図 16



【図 17】

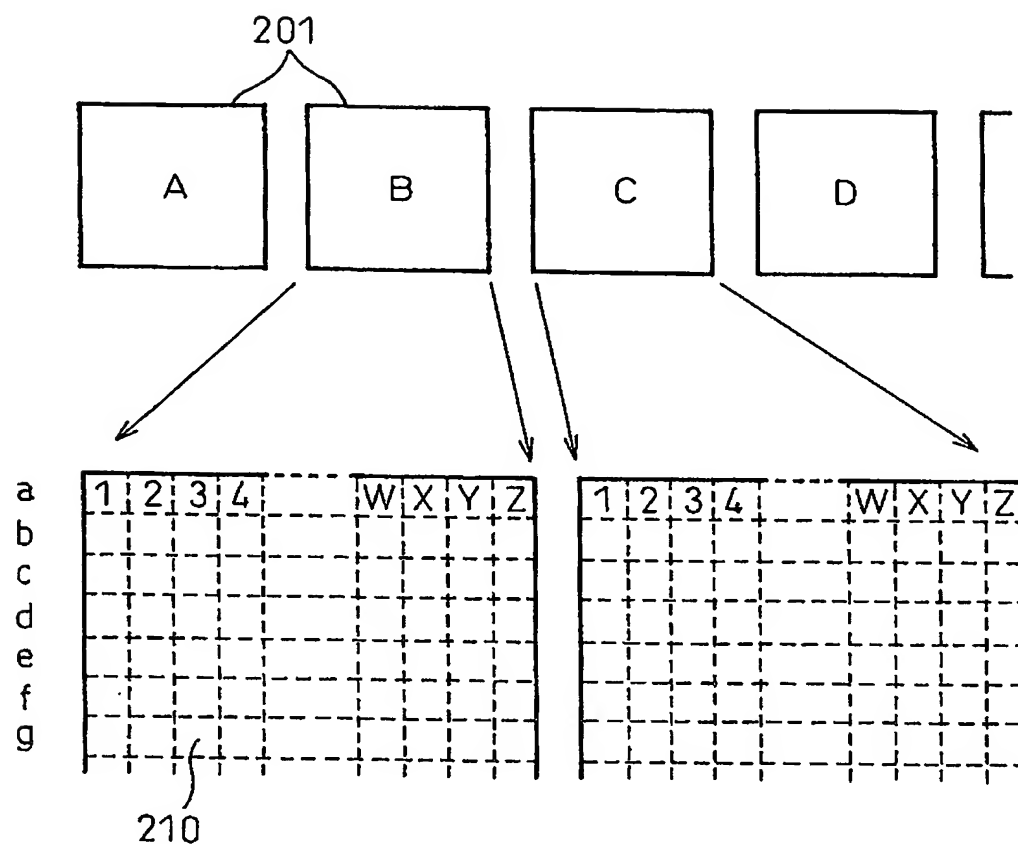
図 17





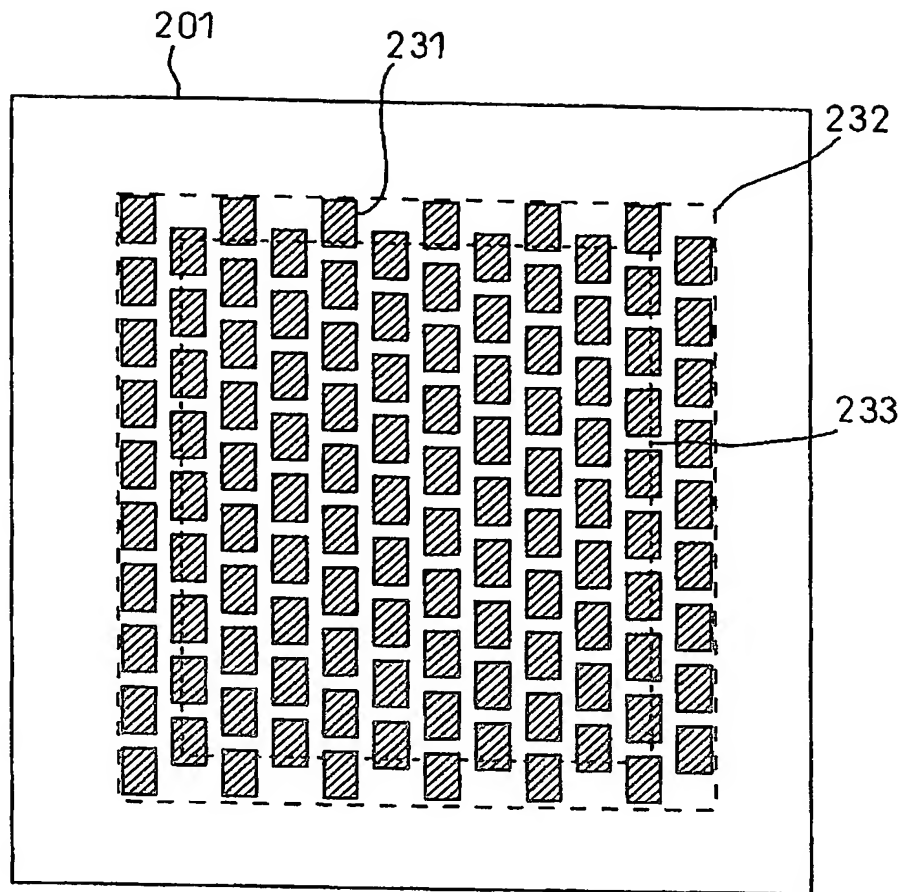
【図 18】

図 18



【図 19】

図 19



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 繰り返しパターン領域を有する被検査パターン内の、繰り返しパターンどうしを比較してパターン欠陥の有無を検査するパターン比較検査装置において、繰り返しパターン領域の範囲内において、可能な限り検査領域を拡大する。

【解決手段】 パターン比較検査装置を、検査領域内に含めるべきか否かを判定する被判定位置を被検査パターン上のいずれかから選択する被判定位置選択手段 41 と、被判定位置の画像信号と、被判定位置から繰り返しピッチの整数倍離れた位置の画像信号とを比較する画像比較手段 42 と、画像比較手段の比較結果が所定のしきい値内にあるとき、被判定位置を検査領域内に含めて検査領域を設定する検査領域設定手段 43 とを備えて構成する。

【選択図】 図 3

特願 2003-187479

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000151494]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号

氏名

株式会社東京精密